

**JP63203770**

Publication Title:

**FORMATION OF MARTENSITE PHASE IN STEEL SURFACE LAYER**

Abstract:

**PURPOSE:**To permit efficient tempering of a highly functional steel provided with the outstanding characteristics of both an austenitic steel and martensitic steel in combination by implanting inert gaseous ions under specific conditions to the surface of an austenitic stainless steel.

**CONSTITUTION:**Gas of any among Ar, Kr, Xe, He and Ne is stored in a gas storage part 1. A positive charge is impressed thereto in an ionization chamber 2 to ionize the gas to ions 4. The ions 4 are accelerated by an acceleration electrode 5 to 1-1,000keV and are sent to the ensuing stage. An electromagnet 6 for analysis deflects only the ions 4 by removing neutral beams, etc., therefrom the project the ions to the austenitic stainless steel and the quantity of irradiation is controlled to 10<sup><20></sup>-10<sup><21></sup> pieces/m<sup><2></sup>. The austenite phase is non-diffusively transformed and the martensite phase is considered to be induced by the irradiation when the accelerated ions 4 are implanted to the steel 7.

-----  
Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-203770

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)8月23日

C 23 C 14/48

8520-4K

審査請求 有 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 鋼表層でのマルテンサイト相の形成方法

⑮ 特 願 昭62-33710

⑯ 出 願 昭62(1987)2月17日

特許法第30条第1項適用 昭和61年8月26日~30日, 社団法人日本金属学会主催

「INTERNATIONAL CONFERENCE ON MARTENSITIC TRANSFORMATIONS(ICOMAT-86) Collected Abstracts」において発表

⑰ 発 明 者 林 伸 行 茨城県新治郡桜村梅園1丁目1番4号 電子技術総合研究所内

⑱ 発 明 者 エリック ジョンソン デンマーク王国 コペンハーゲン ユニバーシテーツバルケン 5番地 DK-2100

⑲ 出 願 人 工業技術院長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

⑳ 指定代理人 工業技術院電子技術総合研究所長

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

鋼表層でのマルテンサイト相の形成方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) オーステナイト系のステンレス鋼の表面に対して、不活性ガスイオンを、 $1\text{ keV} \sim 1000\text{ keV}$ のエネルギーで、 $10^{20} \sim 10^{21}$ 個/ $\text{cm}^2$ 打込んで前記ステンレス鋼の表層にマルテンサイト相を誘起形成させることを特徴とする鋼表層でのマルテンサイト相の形成方法。

(2) 不活性ガスイオンは、 $\text{Ar}^+$ 、 $\text{Kr}^+$ 、 $\text{Xe}^+$ 、 $\text{He}^+$ 、 $\text{Ne}^+$ のいずれか1つであることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の鋼表層相でのマルテンサイト相の形成方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、オーステナイト系のステンレス鋼の表層にマルテンサイト相を誘起させて、ステンレス鋼の強化を図った鋼表層でのマルテンサイト相の形成方法に関するものである。

(従来技術)

鉄鋼の強靱化を図る目的で鉄鋼を高温のオーステナイト域まで加熱( $\sim 1000^\circ\text{C}$ )した後、焼入れするなどの(複雑な過程の)調質が行われている。すなわち、高温域から急冷することにより合金構成元素の拡散が起らず、結晶格子だけがせん断機構により一挙に変わり(無拡散変態)マルテンサイト組織が形成される。この組織は合金元素を過飽和に固溶し、格子欠陥が均一に分布し、一般に細粒組織であることから、鉄鋼の強靱化のための基本組織として用いられる。

一方、表面硬化や耐摩耗性など表層部の改善等を目的として $\text{N}^+$ 、 $\text{C}^+$ イオン注入による表層改質法なども現在、試みられている。

(発明が解決しようとする問題点)

上記従来法における高温焼入れでは鋼材料全体に亘って相変態が生じるため、強靱化や硬化などの改善点が得られたとしても、一方でオーステナイトの優れた特質である加工性や溶接性などが損なわれるという問題点があった。

また、上記従来法におけるイオンの注入による表面改質法は、 $N^+$ 、 $C^+$ 、 $B^+$ などの活性イオンの注入により化合物層を表面に形成させるので、所定の化学量論的な濃度までの大量の注入量（時間）が必ず必要であるため効率が悪く、また注入量に依存して化学的狀態、合金狀態が変化するので、操作が複雑、微妙で困難となる等の問題点があった。

この発明は上記の点にかんがみなされたもので、鋼の表面部分のみにマルテンサイト相を誘起させ、オーステナイト鋼とマルテンサイト鋼の両者の長を兼備した高機能性の鋼を効率的に調質することが可能である鋼表面でのマルテンサイト相の形成方法を提供することを目的とする。

（問題点を解決するための手段）

この発明にかかる鋼表面でのマルテンサイト相の形成方法は、オーステナイト系のステンレス鋼の表面に対して、不活性ガスイオンを、 $1\text{ keV} \sim 1000\text{ keV}$ のエネルギーで、 $10^{20} \sim 10^{21}$ 個/ $\text{cm}^2$ 打込んでステンレス鋼の表面にマルテ

して、照射量が $10^{20} \sim 10^{21}$ 個/ $\text{cm}^2$ の範囲になるように制御する。

加速されたイオン4が固体である試料7中に打込まれると、イオン4は試料7を構成する原子との核衝突および原子核を取り囲む価電子との相互作用の二つのエネルギー転移機構によって、その運動エネルギーを失ってゆき、ついには試料7中のある位置に静止することになる。この過程は統計的確率で起こるから注入粒子の停止する深さ、すなわち注入ガスの濃度はある種の分布（ガウス分布）を持つことになる。表面からの平均の侵入の深さ（投影飛程）を $40\text{ nm}$ とするには、試料7への $He^+$ 、 $Ar^+$ 、 $Kr^+$ 、 $Xe^+$ イオン注入の場合、加速エネルギーを各々 $10$ 、 $90$ 、 $190$ 、 $230\text{ keV}$ とする必要がある。同一イオン種の場合例えば、 $He$ イオンでは $40\text{ keV}$ で $230\text{ nm}$ 、 $1000\text{ keV}$ で $1.5\text{ }\mu\text{m}$ の飛程が得られる。

イオンが停止する際には固体原子との相互作用の結果、照射欠陥（格子間原子、空格子点および

ンサイト相を誘起させるようにしたものである。（作用）

この発明においては、打込まれた不活性ガスイオンによりステンレス鋼の表面にマルテンサイト相が誘起され、それによってステンレス鋼が硬化、強靱化される。

（実施例）

第1図はこの発明の一実施例を説明するためのイオン加速装置と、オーステナイト系のステンレス鋼（以下試料という）との関係を示す図である。

この図において、1はガス貯留部で、 $Ar$ ガス、 $Kr$ ガス、 $Xe$ ガス、 $He$ ガス、 $Ne$ ガス等のいずれかが貯留されている。2はイオン化室で、高電圧源3の正電圧を印加してイオン化し、 $Ar^+$ 、 $Kr^+$ 、 $Xe^+$ 、 $He^+$ 、 $Ne^+$ のイオン4とする。5は加速電極で、イオン4を加速して $1\text{ keV} \sim 1000\text{ keV}$ にして次段に送る。6は分析用電磁石で、中性ビーム等を除去し、イオン4のみを偏向して試料7に入射せしめる。そ

それらの集合体）が発生する。注入されたイオン4はその停止位置で必ずしも静止しているのではなく、上記照射欠陥の影響も受けて移動し、バブルと呼ばれる集合体を形成することが知られている。

一方欠陥（空格子点）もボイドと呼ばれる集合体を形成する。これら微小な集合体が形成されると、当然結晶格子内に内部ストレスが発生する。このストレスによって元々準安定状態にあるオーステナイト相が無拡散変態し、マルテンサイト相が照射誘起されると考えられる。この時結晶格子は面心立方から体心立方晶に変わる。したがってこの作用は、 $N^+$ や $C^+$ イオンの注入による化合物相等の形成法とは、本質的に全く異なる機構によって生ずる。このため従来行われてきた活性イオン注入と異なり、不活性ガスイオン種と加速エネルギーとの組み合わせを選ぶことにより遙かに広範囲な従来法より1～2桁広い範囲の表面領域に、しかも任意に相変態を生じさせることができるのはこの発明の大きな特長である。

第2図は試料表面(横軸の0点)から試料7の内部にわたってイオン種と打ち込みエネルギーを変えたときのイオン分布と、対応して誘起されるマルテンサイト相を図式的に示したものであり、この方法で任意の深さに相変態を起しうることがわかる。すなわち、低エネルギーの重イオンの侵入の程度は浅く、高エネルギーの軽イオンは試料内部深く注入される。

また、処理時間(照射時間)も1/10~1/100程度に短縮できる可能性もあり、これはイオン照射法の実用化や経済性の面で大きな利点である。なお、照射誘起内部ストレスを利用する機構上、焼入れ法や冷間加工法に比べ非常に効率的にマルテンサイト相を誘起させることができる。

具体的には、17/7鋼(18%Cr, 7%Ni, 75%Fe)に90keV Ar<sup>+</sup>, 190keV Kr<sup>+</sup>, 230keV Xe<sup>+</sup>イオンの $2 \times 10^{21}$ 個/m<sup>2</sup>までのフルエンスの照射を行い、表面から深さ約100nm程の表層領域にほ

ぼ100%のマルテンサイト相を形成することができた。よりオーステナイト相が安定なSUS304鋼(18%Cr, 10%Ni, 1%Mn, 70%Fe, 0.5%Si)やSUS316鋼(18%Cr, 13%Ni, 2%Mn, 66%Fe, 0.5%Si)においても、8keV He<sup>+</sup>および40keV He<sup>+</sup>や400keV Xe<sup>+</sup>イオンの照射により、表面から約300nmの深さにマルテンサイト相の生じることを確認した。

第3図にマルテンサイト変態により母相のオーステナイト相(γ相)から誘起されたマルテンサイト相(α相)の量を測定した結果(縦軸)を示す。

(発明の効果)

この発明は以上説明したとおり、オーステナイト系のステンレス鋼に不活性ガスイオンを、1keV~1000keVのエネルギーで、 $10^{20}$ ~ $10^{21}$ 個/m<sup>2</sup>照射するようにしたので、鋼表層にその構成元素の成分比を変えずにマルテンサイト組織を形成させることができる。その結果、基地のオーステナイト鋼の優れた加工性、溶

接性、低温強靱性等を損なうことなくマルテンサイト組織の持つ強靱化の特質をさらに付加することが可能となった。すなわち、高品質の、あるいは複雑な形状の機械加工工具を、あらかじめオーステナイトの状態では成形した後イオン照射によるマルテンサイト化を行うことも可能となる。

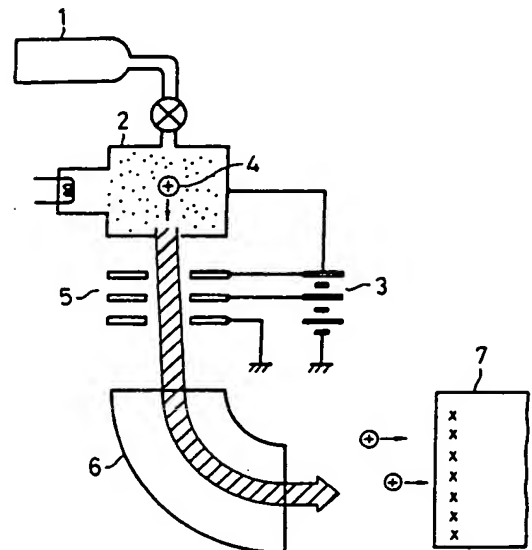
また、副次的な照射効果としては、常磁性オーステナイト鋼表面の任意の場所に局部的に強磁性の性質を与えて表面物性を変化させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例を説明するためのイオン加速装置と、試料との関係を示す図、第2図はこの発明の作用を説明するための試料の深さ方向のイオン分布を示す図、第3図はこの発明による照射量と析出したα相の量との関係を示す図である。

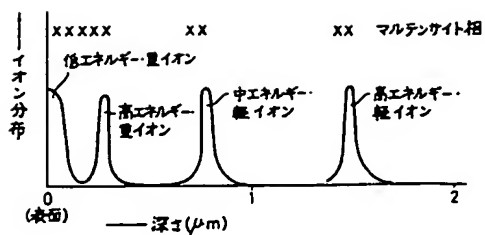
図中、1はガス貯溜部、2はイオン化室、3は高電圧源、4はイオン、5は加速電極で、6は分析用電磁石、7は試料である。

第 1 図

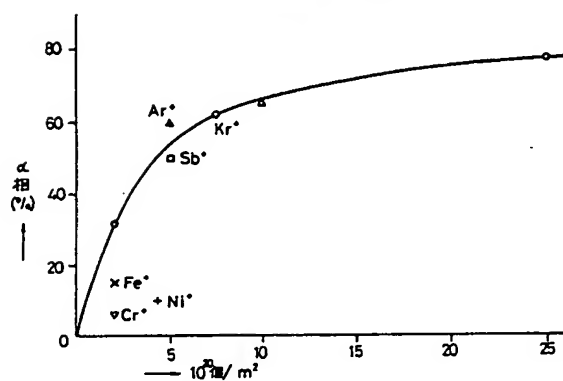


- 1:ガス貯溜部
- 2:イオン化室
- 3:高電圧源
- 4:イオン
- 5:加速電極
- 6:分析用電磁石
- 7:試料

第 2 図



第 3 図



# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 63203770  
PUBLICATION DATE : 23-08-88

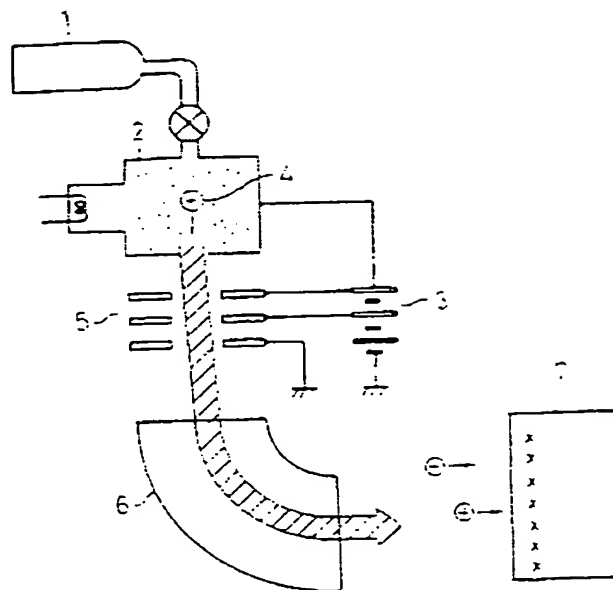
APPLICATION DATE : 17-02-87  
APPLICATION NUMBER : 62033710

APPLICANT : AGENCY OF IND SCIENCE &  
TECHNOL;

INVENTOR : ERITSUKU JIYONSON;

INT.CL. : C23C 14/48

TITLE : FORMATION OF MARTENSITE PHASE  
IN STEEL SURFACE LAYER



ABSTRACT : PURPOSE: To permit efficient tempering of a highly functional steel provided with the outstanding characteristics of both an austenitic steel and martensitic steel in combination by implanting inert gaseous ions under specific conditions to the surface of an austenitic stainless steel.

CONSTITUTION: Gas of any among Ar, Kr, Xe, He and Ne is stored in a gas storage part 1. A positive charge is impressed thereto in an ionization chamber 2 to ionize the gas to ions 4. The ions 4 are accelerated by an acceleration electrode 5 to 1~1,000keV and are sent to the ensuing stage. An electromagnet 6 for analysis deflects only the ions 4 by removing neutral beams, etc., therefrom the project the ions to the austenitic stainless steel and the quantity of irradiation is controlled to  $10^{20}$ ~ $10^{21}$  pieces/ $m^2$ . The austenite phase is non-diffusively transformed and the martensite phase is considered to be induced by the irradiation when the accelerated ions 4 are implanted to the steel 7.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio